

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“APROVECHAMIENTO DE LA HARINA DE
CUERNOS Y PEZUÑAS DE BOVINO COMO
FERTILIZANTE PARA EL DESARROLLO DE *Zea
mays* L. VARIEDAD MARGINAL 28 TROPICAL
EN CONDICIONES DE INVERNADERO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor:

Sonia Yesenia Chipana Medina

Asesor:

Mg. Blgo. Daniela Milagros Landa Acuña

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios, por ser la fuente inspiradora para
lograr mis objetivos.

A la memoria de mi amada abuela, Paulina Huamani Atocsa, mi amado abuelo,
Gonzalo Chipana Chocce, y mi abuela Clorinda Barraza Segovia por todo su amor
brindado hacia mi persona.

A mis amados padres, Emilio Faustino Chipana Barraza y Aguida Medina Huamani,
por su amor, confianza, comprensión y paciencia. Ellos son mi mayor inspiración para
seguir creciendo profesionalmente.

A mis queridos hermanos, Yaneth, Milder, Erinson, Maritza y Lourdes, por los consejos
y alegrías brindadas.

A mis profesoras Silvia Agüero y Daniela Landa, por dedicar su tiempo en apoyarme a
que el trabajo de investigación se realice con éxito.

AGRADECIMIENTO

Mi trabajo de investigación ha sido de gran bendición y agradezco a Dios no sólo en este momento tan importante de mi vida, sino en toda la etapa ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejora para mi persona.

Un reconocimiento a mis asesoras Silvia Agüero y Daniela Landa, quienes fueron las personas cruciales para el desarrollo de esta tesis.

Quiero agradecerle a ella por cada detalle y tiempo dedicado para disipar cualquier duda, agradecerle por la dedicación y profesionalismo con la que enseñó en la etapa universitaria.

Gracias a mi universidad, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todos mis compañeros que fueron testigos de la dedicación de mi trabajo de investigación. Gracias a mis familiares, quienes fueron mi mayor motivo durante este proceso, gracias por confiar y creer en mí, gracias a mi madre por acompañarme largas noches de estudio e impulsarme a cumplir mis objetivos y cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis. A mi padre por su inmensa bondad, apoyo y siempre anhelar lo mejor para mi vida. Por sus consejos que me guiaron durante mi vida.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	14
CAPÍTULO III: RESULTADOS	28
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS	50
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ECA –pH; Evaluación de pH del agua de riego.....	21
Tabla 2. Descripción de los tratamientos en laboratorio UPN.....	22
Tabla 3. Descripción de los tratamientos en el invernadero - Puente Piedra.....	25
Tabla 4. Resultados especiales de la harina de cuernos y pezuñas.....	28
Tabla 5. Resultados de los porcentajes de germinación.....	29
Tabla 6. Caracterización físico-química del sustrato arenoso del río Chillón-Carabaylo.....	31
Tabla 7. Análisis de Varianza para la variable altura de planta	34
Tabla 8. Análisis de diferencias significativas - Duncan - para peso seco	35
Tabla 9. Analisis de varianza para la variable peso seco radicular	36
Tabla 10. Analisis de difrencias significativas - Duncan - para peso seco radicular	36
Tabla 11. Variables Meteorológicas de los meses de mayo – junio - Puente Piedra- 2018.....	42
Tabla 12. Humedad relativa de los meses de mayo – junio - Puente Piedra- 2018.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal 28 Tropical.....	16
Figura 2. Diagrama de proceso de esterilización de la carga microbiana en el sustrato arenoso del río Chillón-Carabaylo.....	17
Figura 3. Procedimiento de disminución de carga microbiológico A) Obtención del sustrato del río Chillón-Carabaylo, B) Esterilización en un horno de 100 L de capacidad, C) Arena esterilizada, D) Empaquetado de la arena.	18
Figura 4. Obtención de la harina de cuernos y pezuñas A) Muestras de cuernos y pezuñas, B) Proceso de secado en la estufa, C) Molienda de los cuernos y pezuñas, D) Tamizado de la harina de cuernos y pezuñas.	20
Figura 5. Imagen del Programa Logger Pro utilizado para medición de pH.	21
Figura 6. Pesaje de la Harina de cuernos y pezuñas a utilizar en los tratamientos	22
Figura 7. Proceso de germinación de la semilla de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal 28 Tropical	23
Figura 8. Identificación de rotulación de los maceteros.....	24
Figura 9. Modelo de los tratamientos realizados en el invernadero.....	26
Figura 10. Obtención de variables agronómicas: A) Cosecha de la parte radicular, B) Obtención del peso de la parte aérea, C) Obtención del peso radicular, D) Proceso de secado en la estufa.....	27
Figura 11. Proceso de germinación de la semilla <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal 28 Tropical A) Preparación de las placas Petri, B) Siembra de las semillas <i>Zea mays</i> L. C) Estufa, D) Germinación al sexto día.	29
Figura 12. Porcentaje de germinación de tratamientos de HCP	30
Figura 13. Porcentaje de germinación de tratamientos de HCP + m.o (microorganismos)	30
Figura 14. Porcentaje de germinación de tratamiento de NPK - HCP - m.o	31
Figura 15. Resultados promedio de la variable altura con tratamiento de sólo HCP	33
Figura 16. Resultados para la variable peso fresco y seco radicular de los tratamientos con sólo HCP ...	35
Figura 17. Resultados para la variable peso fresco y seco aéreo de los tratamientos con sólo HCP	35
Figura 18. Resultados promedio de la variable números de hojas con tratamiento de sólo HCP	36
Figura 19. Resultados promedio de la variable altura con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos	37
Figura 20. Resultados para la variable peso fresco y seco radicular con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos	38
Figura 21. Resultados para la variable peso fresco y seco aéreo con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos	38
Figura 22. Resultados promedio de la variable números de hojas con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos	39
Figura 23. Resultado de la variable altura con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.	40
Figura 24. Resultados para la variable peso fresco y seco radicular con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.	41
Figura 25. Resultados para la variable peso fresco y seco aéreo con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.	41
Figura 26. Resultados para la variable número de hoja con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.	42

RESUMEN

La presente investigación tiene el propósito de incentivar el uso de fertilizantes orgánicos no convencionales para los cultivos. El objetivo de la presente investigación fue utilizar la harina de cuernos y pezuñas de bovino (HCP) como fertilizante para mejorar el desarrollo del cultivo de *Zea mays* L., “maíz” de grano amarillo duro. Las variables agronómicas evaluadas fueron: altura de la planta, peso fresco aéreo, peso fresco de raíz, peso seco aéreo, peso seco de raíz y número de hojas. El ensayo se desarrolló en un invernadero local. Se recolectó cuernos y pezuñas, estos se limpiaron y fueron sometidos a cocción simple, luego se secaron en estufa a 75°C por 48 horas. Una vez secos se molieron y tamizaron para obtener la HCP. Luego se procedió al análisis especial en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los análisis fisicoquímicos de la harina indicaron 15.57 % N, 0.24 % P_2O_5 , 0.38 % K_2O y 2.28 % S total, datos tomados como punto de partida al dosificar la HCP. Los tratamientos presentaron diferencias significativas a la aplicación del HCP como fertilizantes lo que evidencia el uso del HCP como fuente de nitrógeno.

Palabras clave: harina de cuernos y pezuñas, tratamientos, fertilizante orgánico

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En Perú se generan toneladas de residuos sólidos provenientes de la operación de faena de los animales. El país tiene 358 camales entre públicos y privados; 264 camales no tienen autorización, 93 camales poseen autorización, y solo 4 camales reúnen adecuadas condiciones técnicas y nivel tecnológico MINAGRI (2006)

Es importante mencionar los residuos sólidos generados en los camales, como cuernos y pezuñas los cuales no tienen una disposición final adecuada hacia un relleno sanitario autorizado. Sólo una pequeña parte de los cuernos y pezuñas se logra reutilizar en la producción de artesanías Documet (2015). Los residuos sólidos orgánicos tales como estiércol, cuernos y pezuñas poseen nitrógeno, fósforo, azufre, etc., los cuales pueden ser utilizados como fertilizantes en la agricultura Aguirre, (2016). Los fertilizantes suministran nutrientes a las plantas para mejorar el rendimiento del sembrado y aumentar la calidad de los alimentos Salgado y Núñez (2010). En sus inicios, los cuernos y pezuñas se tostaban y trituraban para la obtención de abono nitrogenado, la cocción de estos se hacía de manera controlada para no desnaturalizar las proteínas, sin embargo no detalla los parámetros de tiempo de cocción y presión Paredes (1984). El uso de fertilizantes orgánicos no convencionales es una técnica que se ha mejorado en los últimos años como una opción en el sector agrario Aguirre (2016). Por ello la presente tesis plantea un manejo sostenible y amigable con el ambiente a partir de la reutilización de los residuos de cuernos y pezuñas de bovinos que se generan en diferentes camales del Perú.

Son diversas las causas que pueden influir en la adecuada o inadecuada asimilación de nutrientes por las plantas y como estas pueden abrir lugar al uso de nuevas alternativas, a continuación, algunos antecedentes:

La actividad pecuaria produce el desarrollo de diversos sectores principalmente de la agricultura y ganadería Olmeda (2019). La industria ganadera emite desechos orgánicos altamente contaminantes que son: cuernos, pezuñas, huesos, sanguaza, etc. Latinoamérica no posee procesos sanitarios para la industria cárnica Garzón (2010). Los desechos de los mercados, avícolas y camales al darle un tratamiento tecnificado disminuye el porcentaje de residuos sólidos Rafael (2015). Por ello fuentes orgánicas no comunes determinadas son harina de hueso, harinas de plumas, harina de pescado, harina de cuernos y pezuñas Martínez (2011). Así mismo, la harina de sangre y huesos es utilizado también como fertilizante Chávez *et al.* (2006). Por otro lado, la harina de carne y hueso de vacuno cubre los requerimientos de aportes de nutrientes a menor costo Valencia (2017). Los cuernos y pezuñas del bovino contienen queratina que al someter a la trituración y molienda se obtiene una harina rica en nitrógeno, la que puede ser empleada como fertilizante orgánico Documet (2015). Los análisis fisicoquímicos de la harina de cuernos y pezuñas contienen 95% de proteínas y 1% de grasa Xia *et al.* (2015) debido a la queratina que se caracteriza por su alta y baja solubilidad Zoccola *et al.* (2009). La cocción de los cuernos y pezuñas de manera excesiva puede causar la pérdida de nutrientes Santos (2008). Así mismo, Cayuela *et al.* (2009) utilizó harina de carne y hueso y harina de cuernos y pezuñas como fertilizante orgánico. Los desechos orgánicos contienen una fuente primordial de nutrientes que pueden ser consumidos por las plantas Santander (2015), ya que cubre los requerimientos de aportes de nutrientes a las plantas a menor costo Valencia (2017) y tienen diferentes alternativas de

reutilización debido a la variada composición química Vargas y Pérez (2018). La actividad enzimática y microbiológica poseen beneficios en diferentes materias orgánicas Salamanca (2008). Los fertilizantes orgánicos e inorgánicos no comunes aportan Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K) demuestran mayor obtención de biomasa foliar y radicular Llanos (2006), por ello las plantas absorben altas cantidades de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, lo cual se requiere suministrar Salgado y Núñez (2010) para la actividad metabólica, aumento la materia seca y tasa de crecimiento y fisiología de la planta De la Cruz (2016). El manejo de la dosis de la fertilización nitrogenada se realiza de manera precisa para la producción del cultivo Delgado *et al.* (2004). El nitrógeno es un componente esencial para el crecimiento de diferentes plantas por las proteínas que éste constituye Salcedo (2016), para que se desarrolle de manera eficaz las hojas, tallo y adquiera un color verde oscuro debido a la clorofila Gros y Domínguez (1992), uno de los problemas es la disponibilidad de este en el suelo, ya es fundamental para el desarrollo de las plantas Cirilo (2004). La biotransformación de nitrógeno y azufre son absorbidos por plantas Kornilłowicz y Bohacz (2011). También Gutiérrez (2013) menciona lo importante que es la materia orgánica como fuente primordial de nitrógeno, el cual interviene en la formación de aminoácidos y proteínas Aguirre (2016). Los aminoácidos tienen una rápida absorción y asimilación para metabolizar los compuestos orgánicos Vega (2014). Otro elemento es el fósforo, compuesto fundamental de las plantas, en los tejidos meristemáticos se localiza altas concentraciones de fósforo Sánchez (1984). El potasio regula los desórdenes fisiológicos Oré (2015). También existen los fertilizantes químicos que se utilizan por la falta de nutrientes procedentes del suelo Yáñez *et al.* (2010). El suelo es contaminando por diferentes causas, principalmente por el uso excesivo de

fertilizantes químicos Delgado y Suyón (2017). En los últimos tiempos se han incrementado el empleo de estos, lo cual trae consigo afectos nocivos hacia la salud de los seres vivos y contaminación del ambiente Calle (2015). La utilización de estos de manera excesiva provoca la eutrofización de los ríos y lagos debido a los regadíos o a la acción del viento. Saldaña (2018). Los agricultores cada vez están utilizando insumos orgánicos para no ocasionar problemas ambientales López y Sainz (2011) como ejemplo tenemos la combinación del estiércol de bovino y forrajes tienen rendimientos bajos Huaman *et al.* (2018). El estiércol de bovino obtiene rendimientos bajos como abono orgánico Huaman *et al.* (2018) pero Borjas (2008) evidenció efectos positivos en las variables agronómicas. La materia seca y las variables agronómicas indicaron diferencias significativas al suministro de nitrógeno Hajar (2018). La materia orgánica aporta micronutrientes, lo que hace que incremente la producción agrícola Abanto (2016) debido a los nutrientes que posee tales como el nitrógeno, fósforo y potasio Berríos (2015). El cultivo de maíz es utilizado como una opción para el pastoreo excesivo de bovinos. Collazos *et al.* (2018), ya que es utilizado por los nutrientes y por la extensión de materia seca que produce por hectárea Manrique (2015). El maíz es una de las plantas que se adapta en diferentes climas por ello se cultiva en diferentes partes del mundo Urquía (2004). El rendimiento de los cultivos depende de las semillas, sistema de siembra, aplicación de fertilizantes entre otros Chumpitaz (2018). El maíz amarillo duro presenta un excelente manejo productivo cuando se le proporciona diferentes dosis de nitrógeno Tejada (2016). El compost orgánico de nitrógeno mostro estadísticamente efectos positivos similares a los fertilizantes sintéticos Sotomayor *et al.*, (2017). La aplicación de fertilización cálcica y ácidos húmicos no presentan diferencias significativas en las variables agronómicas Méndez (2018). También

tenemos los abonos líquidos utilizan el estiércol de animales y desechos orgánicos para obtener elementos nutritivos para los cultivos Vásquez (2012). Los hidrolizados líquidos poseen una fuente de aminoácidos que son obtenidos a partir de residuos orgánicos, siendo una opción económica y amigable con el ambiente Hidalgo (2015).

1.2. Formulación del problema

¿Cómo favorece el fertilizante de harina de cuernos y pezuñas de bovino en el desarrollo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aprovechar la harina de cuernos y pezuñas de bovino como fertilizante para el desarrollo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad de los parámetros fisicoquímicos de harina de cuernos y pezuñas de bovino.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos del sustrato arenoso.
- Conocer el efecto de la harina de cuernos y pezuñas de bovino en la germinación de semillas de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.
- Analizar las variables agronómicas en el cultivo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El aprovechamiento de la harina de cuernos y pezuñas de bovino favorecerá el desarrollo del cultivo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La harina de cuernos y pezuñas de bovino presenta concentraciones aceptables de N, P y S que ayudará al desarrollo del cultivo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.
- La harina de cuernos y pezuñas favorece la germinación de semillas de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.
- Las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero presentan diferencias significativas.

CAPÍTULO II.

METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Cuantitativa-prospectiva-experimental (Hernández *et al*, 2018)

La investigación será cuantitativa, debido a que se recolectará un registro de datos; prospectiva, ya que la medición de las variables ocurrirá durante un período de estudio a futuro (abril 2018-julio 2018); experimental, puesto que se trabajará con *Zea mays* L. en condiciones de invernadero y correlacional-causal, ya que se medirá la causa (la aplicación del fertilizante) y efecto (desarrollo del cultivo de maíz).

2.2. Población y Muestra

Inicialmente se partió de una población total de 144 individuos, de los cuales se deshicieron 48 individuos para estandarizar las condiciones iniciales del experimento. Por ello, las evaluaciones finales fueron realizadas sobre un total de 96 individuos de la especie *Zea mays* L. Var. Marginal 28 tropical (M28T) "maíz".

Las unidades experimentales consistieron en: dos plantas de *Zea mays* L. Var. M28T, por maceta.

2.3. Materiales

a) Equipos y/o instrumentos

- Estufa Ecocell 100 litros
- Balanza analítica OHAUS
- Multi-Parameter PCSTestr 35
- Sensor Vernier de pH, Conductividad Eléctrica
- Cámara digital Sony, modelo Cybershot DSC-H200
- Termohigrómetro
- GPS: UTM Geo Map

- Cocina agas

- Molinos

- Tamices

b) Reactivos y soluciones

- Agua destilada

- Microorganismo- ECOVIDA

c) Material de laboratorio

- Placas Petri

- Probeta

- Vasos precipitados

- Pipetas

- Fiolas

- Bombillas

d) Materiales de escritorio

- Papel Kraf

- Papel toalla

- Plumones

- Cintas masking

- Libreta de campo

e) Otros materiales

- Bolsas ziploc

- Macetas

- Mallas de alambre

- Platos descartables

2.3.1. Materia prima

Cuernos y pezuñas de ganado bovino (*Bos taurus*).

2.3.2. Cultivo indicador

Para la presente investigación se utilizó la semilla *Zea mays* L. Var. M28T proporcionada por el Programa de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Cabe mencionar que estas semillas se encuentran certificadas bajo estándares de inocuidad, rendimiento y resistencia a plagas. Además, la semilla *Zea mays* L. Var. M28T tiene la capacidad de adaptarse y crecer en temporadas de verano.



Figura 1. *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical.

2.3.3. Consorcio microbiano

ECOVIDA COMPETENTE: Consorcio microbiano que bioestimula la germinación, activa procesos fisiológicos de las plantas, disminuye problemas de plagas y enfermedades.

2.4. Métodos

2.4.1. Obtención y disminución de carga microbiológica en el sustrato

El sustrato utilizado para la investigación fue arena, extraída del río Chillón del distrito de Carabayllo, provincia de Lima. Posterior a esto, se procedió a desinfectar el sustrato, en un horno de 100 L de capacidad perteneciente al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM, con ubicación geográfica: latitud: -11.850190, longitud: -77.035423 y altitud: 255 m.s.n.m.

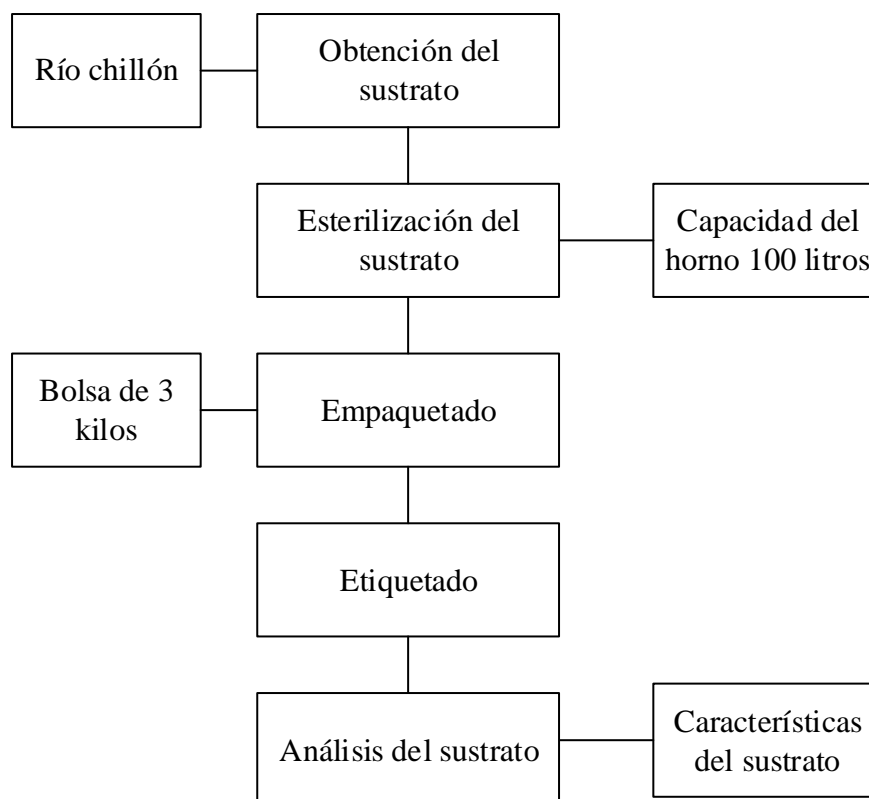


Figura 2. Diagrama de proceso de disminución de la carga microbiana en el sustrato arenoso del río Chillón-Carabayllo



Figura 3. Procedimiento de disminución de carga microbiológico A) Obtención del sustrato del río Chillón-Carabaylo, B) Desinfección en un horno de 100 L de capacidad, C) Arena esterilizada, D) Empaquetado de la arena.

2.4.2. Obtención de cuernos y pezuñas

Los cuernos y pezuñas fueron obtenidos del Camal de Carabaylo, provincia de Lima, con ubicación geográfica: latitud: -11.848252, longitud: -77.017792 y altitud: 272 m.s.n.m.

Después se procedió al análisis especial en el LASPAF de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los elementos analizados para esta muestra fueron: N, P_2O_5 , K_2O y S.

2.4.3. Obtención de la harina de cuernos y pezuñas (HCP)

Para obtener la mezcla de harina de cuernos y pezuñas (HCP) se siguió a la metodología establecida por Document (2015), la cual consiste en 4 etapas:

- A) ***Selección y limpieza:*** Se le retiraron los cuernos y pezuñas de bovino los pelos y todos los residuos como: arena, piedra, estiércol, clavos, etc.
- B) ***Cocción simple:*** se basó en sumergir los cuernos y pezuñas en agua hasta cubrirlos por completos, manteniendo dicho hervor por un tiempo de 10 minutos, seguido se eliminó los excesos de agua y se llevó a la estufa por un tiempo de 24 horas a 70 °C.
- C) ***Separación:*** Se procede a separar la clavija (estructura interna del cuerno) con la ayuda de un martillo para obtener el estuche córneo con mayor facilidad. Con respecto a las pezuñas, se retiró todas las estructuras queratinosas.
- D) ***Molienda:*** Los cuernos y pezuñas se llevaron a un molino para conseguir un tamaño de partículas de 0.5 μm . La harina de cuernos y pezuñas producida se almacenó en bolsas ziploc para el análisis.

Cabe mencionar, que de acuerdo a las evaluaciones, la obtención de partículas pequeñas y homogéneas el proceso de obtención de harina de cuernos y pezuñas realizado en la UNALM, se empleó el tamiz de malla de 0.1 mm, donde las partículas de menor tamaño ingresan por la malla de poros de esa manera se obtiene de manera uniforme la harina de cuernos y pezuñas puesto que las plantas absorberán los nutrientes de manera eficiente.



Figura 4. Obtención de la harina de cuernos y pezuñas A) Muestras de cuernos y pezuñas, B) Proceso de secado en la estufa, C) Molienda de los cuernos y pezuñas, D) Tamizado de la harina de cuernos y pezuñas.

2.4.4. Agua

Para el riego del ensayo se utilizó agua potable procedente del distrito de Puente Piedra, departamento de Lima, la cual es apta para el riego de vegetales y consumo humano (D.S N° 004-2017-MINAN). El agua se encontró en con un pH de 7.20 valor que se encuentra dentro los límites indicados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Valor que indica que es apta para el riego de vegetales. (Ver tabla 1)

Tabla 1.

ECA –pH; Evaluación de pH del agua de riego.

pH	ECA-pH
7.20	6.5-8.5

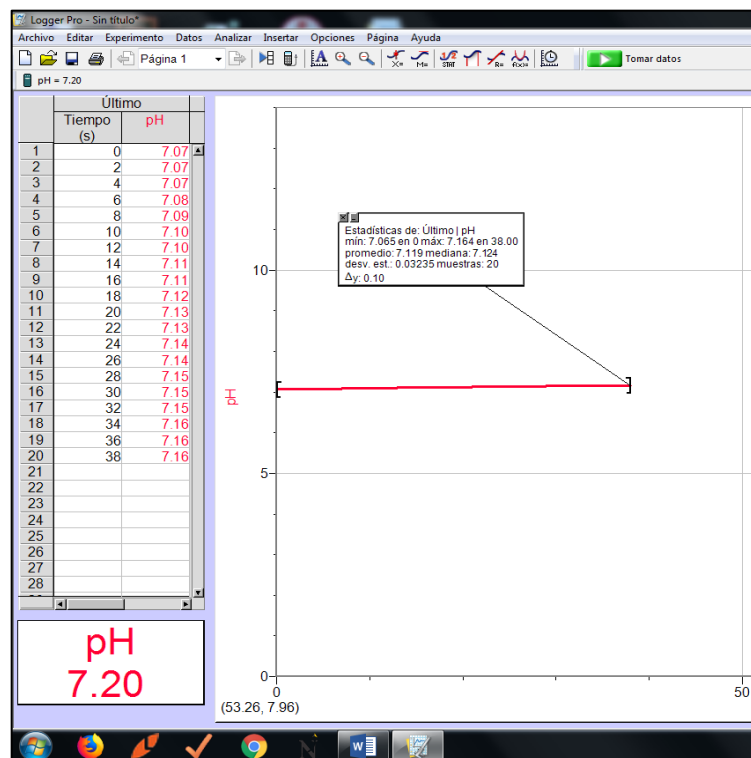


Figura 5. Imagen del Programa Logger Pro utilizado para medición de pH.

2.4.5. Efecto de la harina de cuernos y pezuñas en la germinación de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical

En la etapa *in vitro*, se trabajó con 5 semillas de *Zea mays* L. Var. M28T por placa Petri, para luego proceder al análisis de germinación de las semillas *Zea mays* L. Var. M28T, durante un periodo de 6 días. Las semillas fueron hidratadas con 5 mL de agua destilada estéril por placa. El ensayo se llevó acabo en dos bloques con cuatro tratamientos y un tratamiento control por bloque. Con los datos

obtenidos se calculó el porcentaje de germinación para cada tratamiento. (Ver tabla 2)

Tabla 2.

Descripción de los tratamientos en laboratorio UPN

Tratamientos	Dosis
A	
T0	Control H ₂ O
T1	HCP 100 ppm
T2	HCP 150 ppm
T3	HCP 200 ppm
T4	HCP 250 ppm
B	
T5	Control H ₂ O + m.o
T6	HCP 100 ppm + m.o
T7	HCP 150 ppm + m.o
T8	HCP 200 ppm + m.o
T9	HCP 250 ppm + m.o
T10	NPK HCP
T11	NPK HCP m.o

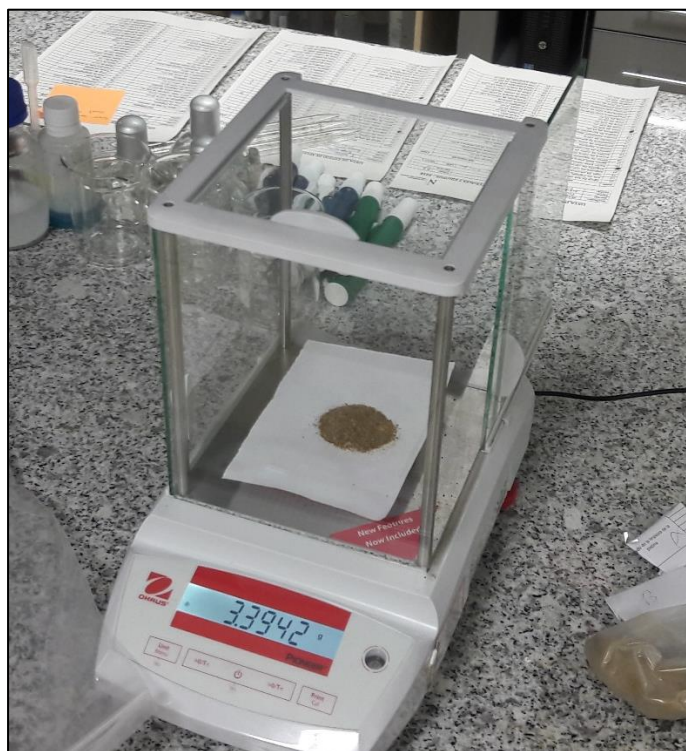


Figura 6. Pesaje de la Harina de cuernos y pezuñas a utilizar en los tratamientos

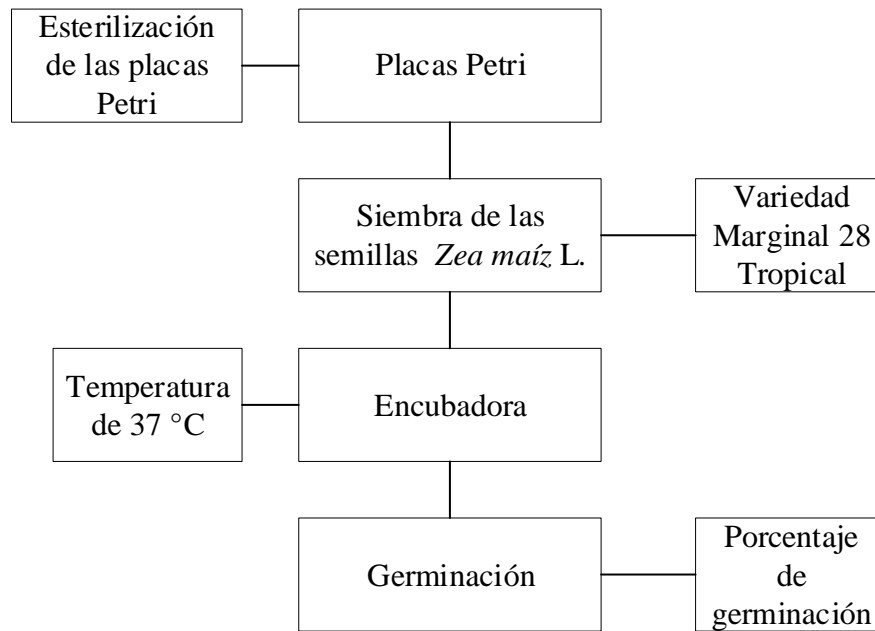


Figura 7. Proceso de germinación de la semilla de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical

2.4.6. Efecto de la harina de cuernos y pezuñas de bovino en el desarrollo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero

2.4.6.1. Lugar de ejecución

Para esta etapa de evaluación se llevó a cabo en un invernadero local ubicado en el distrito de Puente Piedra, departamento de Lima con ubicación geográfica: latitud -11,829231, longitud: -77,114412 y altitud 249,98 m.s.n.m.

2.4.6.2. Preparación de macetas

Se utilizaron 48 macetas de plástico con capacidad de 2 kilos. En cada maceta se colocó en su base una malla, para evitar el escape del sustrato. Las macetas fueron rotuladas de la siguiente manera.

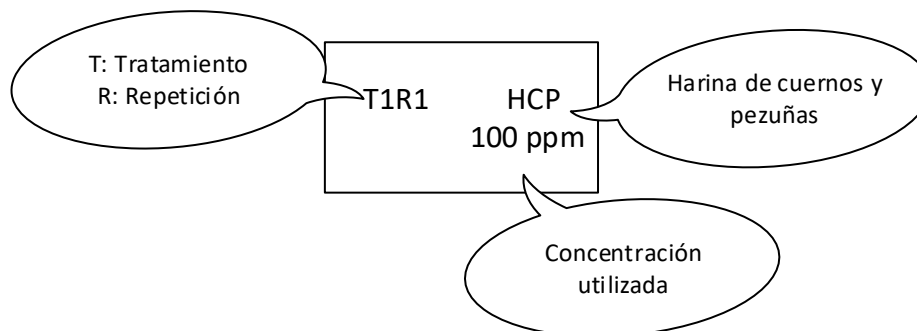


Figura 8. Identificación de rotulación de los maceteros

En la imagen se aprecia el modelo de etiqueta utilizado para rotulación de los maceteros utilizados en el invernadero.

2.4.6.3. Preparación del sustrato con HCP

El sustrato, en este caso arena fue homogenizado con harina de cuernos y pezuñas con las concentraciones estimadas y luego vertidas en las macetas en una cantidad de 2 kilos de capacidad.

2.4.6.4. Cálculo de capacidad de campo y riego

Para el riego de los tratamientos se calculó la capacidad de campo de acuerdo al volumen del sustrato utilizado en las macetas. Este consistió en utilizar una maceta con 2 kilos de sustrato al cual se vertió un litro de agua para luego el dejar escurrir el agua por 12 horas. Con los datos obtenidos se hizo un cálculo de regla de tres simple para obtener la capacidad de campo. Con la finalidad de mantener la humedad constante al 58%.

2.4.7. Variables meteorológicas

2.4.7.1. Temperatura y Humedad Relativa

La medición se realizó en tres horarios 08:00, 12:00 y 16:00 horas, durante los 65 días del ensayo. Se utilizó un Termómetro Higrómetro Digital interior Exterior HTC-8, el cual mide temperatura en el exterior, humedad y temperatura en el

interior, registro de máximo y mínimo de temperatura y valor de la humedad de forma automática, Unidad de temperatura seleccionable: °C o °F.

De forma automática.

2.5. Procedimiento de siembra

Se procedió a sembrar 3 semillas de *Zea mays* L. Var. M28T por maceta, se realizaron 10 tratamientos con 2 testigos, con 4 repeticiones por cada tratamiento y testigo, los cuales se detallan a continuación. (Ver tabla 3)

Tabla 3.

Descripción de los tratamientos en el invernadero - Puente Piedra

Tratamientos	Dosis
A	
T0	Control H ₂ O
T1	HCP 100 ppm
T2	HCP 150 ppm
T3	HCP 200 ppm
T4	HCP 250 ppm
B	
T5	Control H ₂ O + m.o
T6	HCP 100 ppm + m.o
T7	HCP 150 ppm + m.o
T8	HCP 200 ppm + m.o
T9	HCP 250 ppm + m.o
T10	NPK HCP
T11	NPK HCP m.o

2.5.1. Análisis estadístico

El programa estadístico utilizado fue IBM SPSS Statistics, se empleó un diseño completo al azar (DCA).

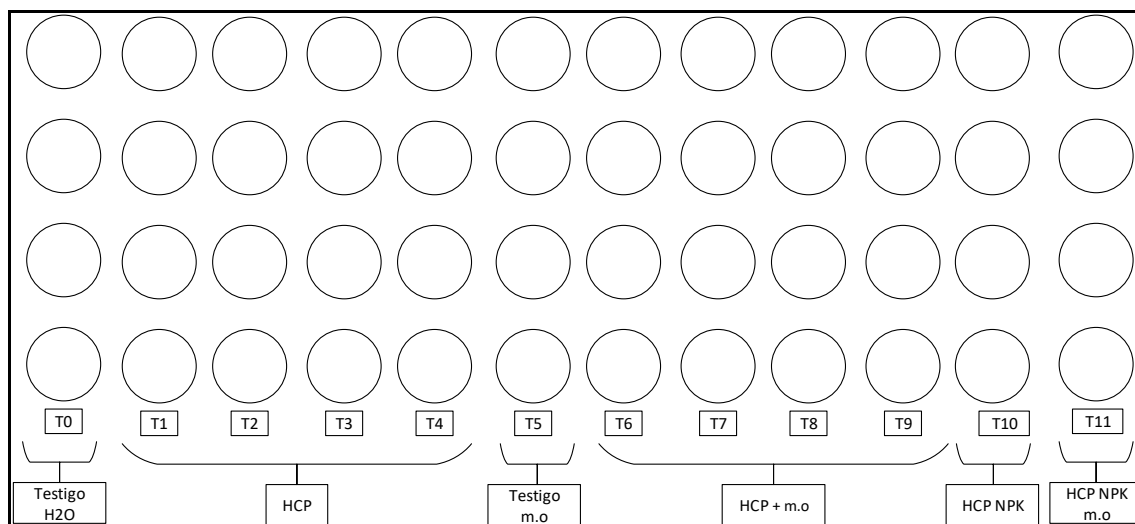


Figura 9. Modelo de los tratamientos realizados en el invernadero.

2.5.2. Cosecha

La etapa de invernadero tuvo una duración de 65 días, los datos obtenidos después de la cosecha correspondieron a las variables agronómicas: número de hojas, altura de planta, peso fresco aéreo, peso seco aéreo, peso fresco radicular y peso seco radicular. La medición de las variables agronómicas, se obtuvieron de la siguiente manera:

- a) **Parte foliar:** Se contó el número total de hojas, se midió la altura de la planta, posteriormente se cortó el tallo al ras del suelo, se obtuvo el peso fresco. Luego se empaquetó en bolsas de papel kraft y se procedió a su secado en estufa para obtener el peso seco del área foliar y radicular.
- b) **Parte radicular:** Se separó la raíz del sustrato. La raíz fue pesada para obtener su peso fresco para luego ser colocadas en bolsas de papel kraft para su secado en la estufa y obtener el peso seco.



Figura 10. Obtención de variables agronómicas: A) Cosecha de la parte radicular, B) Obtención del peso de la parte aérea, C) Obtención del peso radicular, D) Proceso de secado en la estufa.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS

3.1. Análisis especial del HCP

El análisis especial de harina de cuernos y pezuñas arrojó como resultado un 15.57% de Nitrógeno, como elemento mayoritario. (Ver tabla 4)

Tabla 4.

Resultados especiales de la harina de cuernos y pezuñas

Características	Valor obtenido
Porcentaje de N total (%)	15.57
Porcentaje de P total (%)	0.24
Porcentaje de K total (%)	0.38
Porcentaje de S total (%)	2.28
pH	5.7
C.E dS/m	11.2

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) Universidad Nacional Agraria La Molina

3.2. Evaluación del porcentaje de germinación en condiciones *in vitro*.

El porcentaje de germinación se estimó de manera secuencial a los 3 y 6 días después de iniciado el ensayo. El máximo porcentaje de germinación se alcanzó en el tratamiento T2 y T4 con 80 % de semillas germinadas, mientras que los tratamientos T0, T1, T5, T6, T7, T8 y T9 presentaron un porcentaje de germinación de 70 %. A continuación, se detalla los porcentajes de germinación específicos para cada tratamiento. (Ver tabla 5)

Tabla 5.

Resultados de los porcentajes de germinación.

Tratamientos	Porcentaje
A	
T0 Control H2O	70%
T1 HCP 100 ppm	70%
T2 HCP 150 ppm	80%
T3 HCP 200 ppm	50%
T4 HCP 250 ppm	80%
B	
T5 Control H2O + m.o	70%
T6 HCP 100 ppm + m.o	70%
T7 HCP 150 ppm + m.o	70%
T8 HCP 200 ppm + m.o	70%
T9 HCP 250 ppm + m.o	70%
T10 NPK HCP	80%
T11 NPK HCP m.o	80%



Figura 11. Proceso de germinación de la semilla Zea mays L. Variedad Marginal 28 Tropical
A) Preparación de las placas Petri, B) Siembra de las semillas *Zea mays* L. C) Germinación
al sexto día. D) Estufa

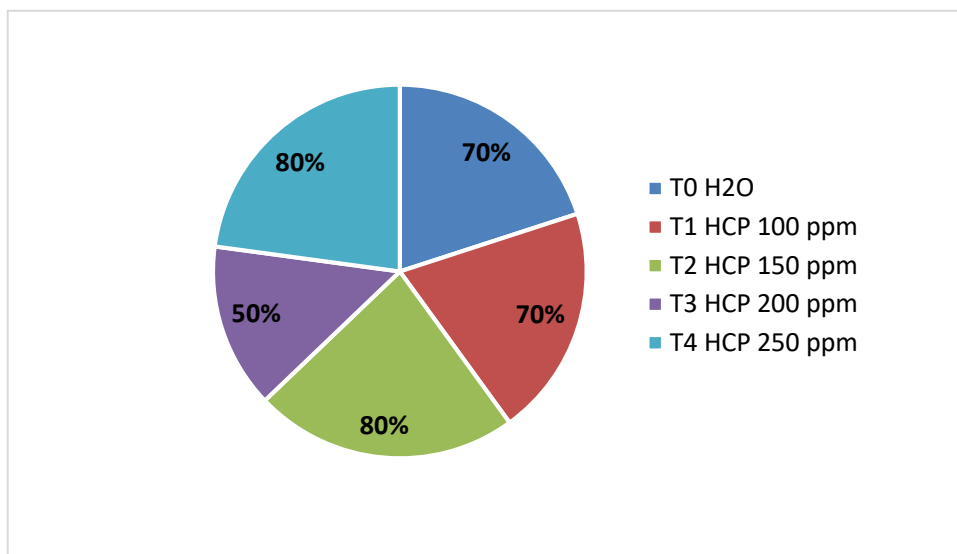


Figura 12. Porcentaje de germinación de tratamientos de HCP

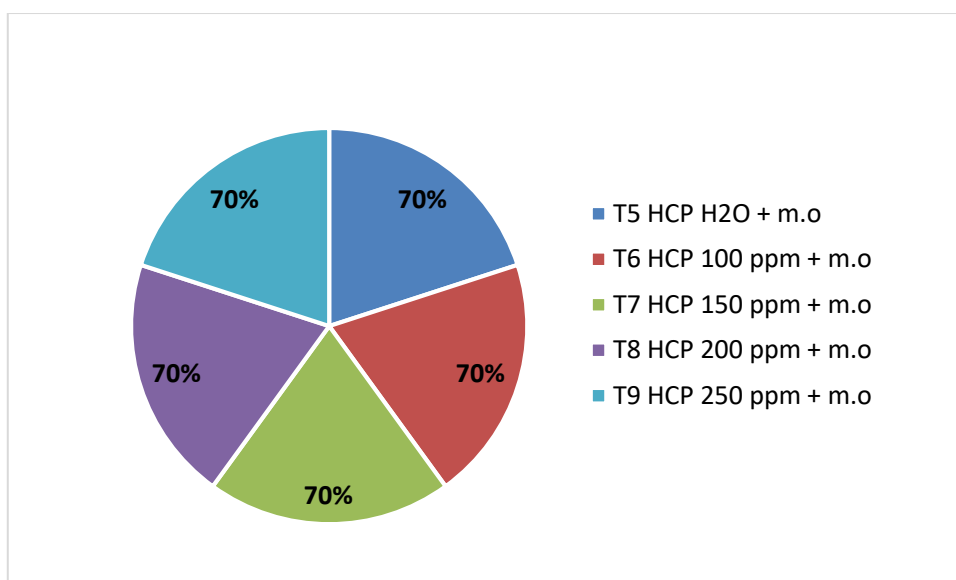


Figura 13. Porcentaje de germinación de tratamientos de HCP + m.o (microorganismos)

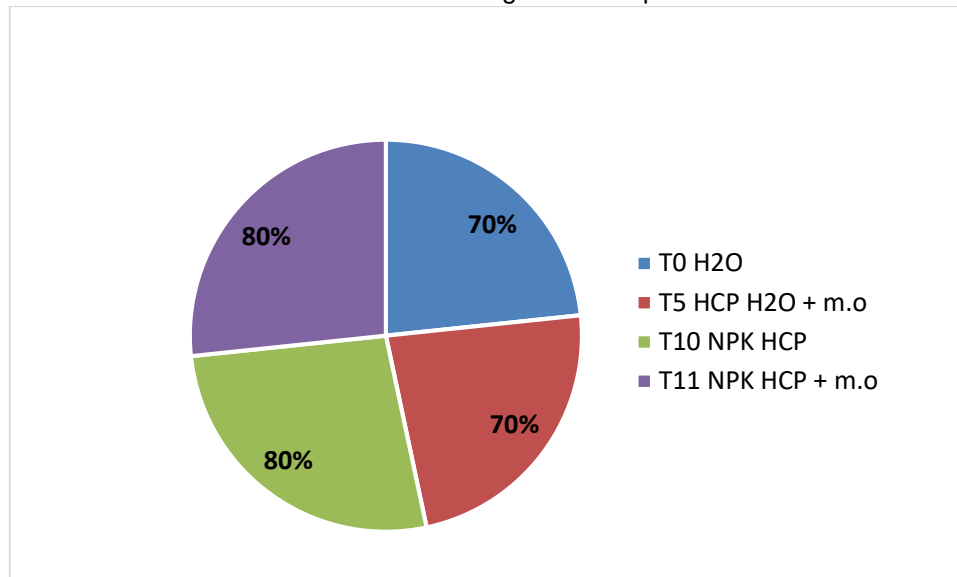


Figura 14. Porcentaje de germinación de tratamiento de NPK - HCP - m.o

3.3. Caracterización del sustrato arenoso del río Chillón-Carabayllo

De acuerdo con la caracterización del sustrato realizado en el laboratorio LASPAF, se evidenció que este sustrato es apto para su uso como sustrato inerte, es decir que no presenta interferencia con los resultados obtenidos durante la etapa de invernadero. A continuación, los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica del sustrato. (Ver tabla 6)

Tabla 6.

Caracterización fisicoquímica del sustrato arenoso del río Chillón-Carabayllo

Características	Valor obtenido
Clase textural	Arena
Arena	94 %
Limo	6 %
Arcilla	0 %
pH (1:1)	7.87
C.E (1:1) dS/m	0.31
CaCO ₃ (%)	0.30
M.O.	0.03
P ppm	2.2
K ppm	59
CIC	4.80

Ca ⁺²	4.04
Mg ⁺²	0.43
K ⁺	0.14
Na ⁺	0.19
Al ⁺³ + H ⁺	0.00
Suma de cationes	4.80
Suma de bases (%)	4.80
% Saturación de Bases	100

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) Universidad Nacional Agraria La Molina

1.1.1. Características de las variables agronómicas de los tratamientos de

HCP a diferentes concentraciones

Para la variable altura, se realizó una medición secuencial durante los 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57 y 65 días (Ver Anexo 1). De los tratamientos que consisten en HCP a diferentes concentraciones (T0 a T4), se observaron diferencias significativas para la semana 7 y 8 con un *p*-valor de 0.01 y 0.38 respectivamente (Ver tabla 7). Por lo que se consideró apropiado realizar las pruebas de diferencias mínimas entre tratamientos mediante la prueba de Duncan, dicha prueba arrojó diferencias significativas en la semana 8 para el tratamiento T1 (HCP 100 ppm) quién resultó significativamente diferente al resto de tratamientos incluido el testigo. (Ver tabla 8).

Tabla 7.

Análisis de Varianza para la variable altura de planta.

FV	Variable dependiente	SC	GL	CM	FC	P-VALOR
Tratamiento	Semana1	67,762	9	7,529	1,082	,404
	Semana2	69,289	9	7,699	,631	,761
	Semana3	50,087	9	5,565	,510	,856
	Semana4	21,559	9	2,395	,356	,947
	Semana5	43,881	9	4,876	,443	,900
	Semana6	164,214	9	18,246	1,689	,136
	Semana7	432,922	9	48,102	4,211	,001
	Semana8	328,432	9	36,492	2,358	,038

Tabla 8.

Análisis de diferencias significativas mínimas por tratamiento

(Duncan) para la variable altura.

Tratamiento	Subconjunto		
	A	B	C
T3	17.8750		
T9	18.9375	18.9375	
T2	19.1875	19.1875	
T8	21.5000	21.5000	21.5000
T7	23.0625	23.0625	23.0625
T6	23.3875	23.3875	23.3875
T4	23.9375	23.9375	23.9375
T0		24.6875	24.6875
T1			25.7500
T5			26.6875

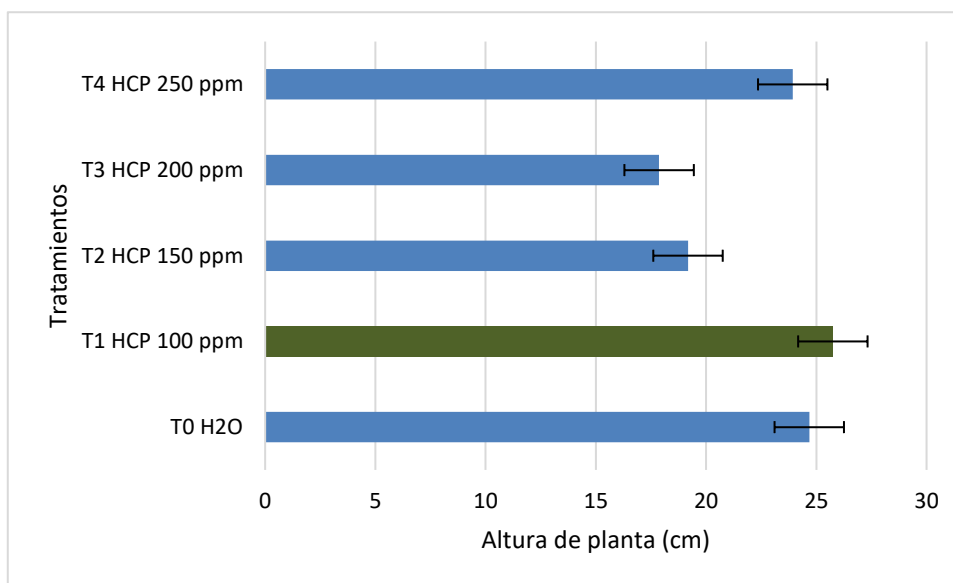


Figura 15. Resultados promedio de la variable altura con tratamiento de sólo HCP

Con respecto a las variables altura de planta, números de hojas, peso fresco aéreo y radicular no se obtuvieron diferencias significativas. Por otro lado, el análisis de varianza arrojó diferencias significativas para peso seco radicular con un p -valor 0.037 (Ver tabla 9), lo que llevó realizar el análisis de diferencias significativas mínimas (Prueba de Duncan) entre los

9 primeros tratamientos, dicho análisis determinó que existe una ligera diferencia entre el tratamiento T1 y los demás tratamientos (Tabla 10).

Para el resto de las variables evaluadas no se encontraron diferencias significativas (Anexos 5 al 10).

Tabla 9.

Análisis de varianza para la variable peso seco radicular

FV	Variable dependiente	SC	GL	CM	FC	P- VALOR
tratamiento	Peso fresco raíz	2444,509	9	271,612	,977	,478
	Peso seco raíz	148,069	9	16,452	2,364	,037
Error	Peso fresco raíz	8338,886	30	277,963		
	Peso seco raíz	208,755	30	6,959		
Total corregido	Peso fresco raíz	10783,395	39			
	Peso seco raíz	356,824	39			

Tabla 10.

Análisis de diferencias significativas mínimas (Duncan) por
tratamiento para la variable peso seco radicular.

Tratamiento	Subconjunto		
	A	B	C
T9	3.7150		
T7	4.3975	4.3975	
T3	5.4825	5.4825	5.4825
T8	5.5975	5.5975	5.5975
T2	6.4550	6.4550	6.4550
T4	7.6450	7.6450	7.6450
T6		8.3175	8.3175
T1			8.9600
T5			9.1050
T0			9.1450

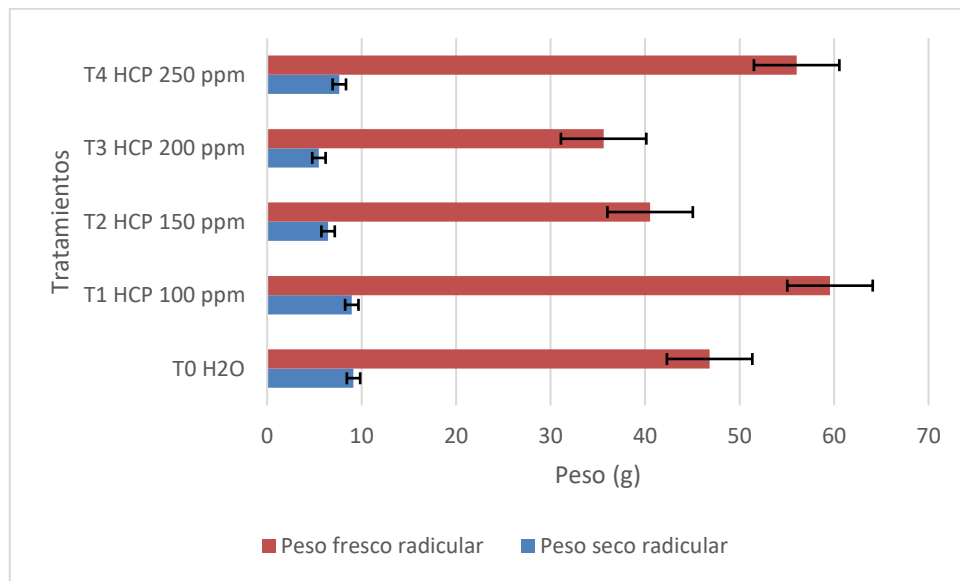


Figura 16. Resultados para la variable peso fresco y seco radicular de los tratamientos con sólo HCP

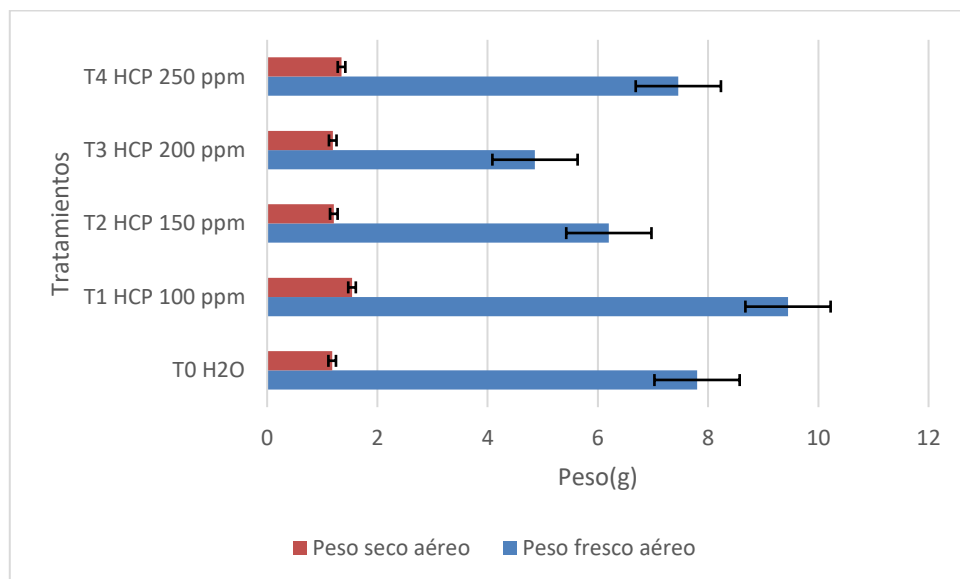


Figura 17. Resultados para la variable peso fresco y seco aéreo de los tratamientos con sólo HCP

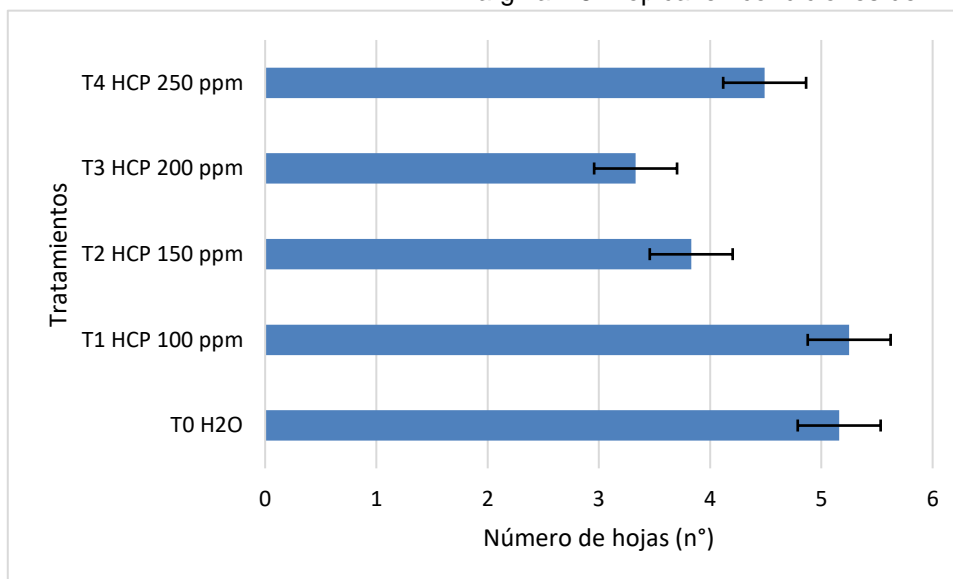


Figura 18. Resultados promedio de la variable números de hojas con tratamiento de sólo HCP

1.1.2. Características de las variables agronómicas de los tratamientos de

HCP a diferentes concentraciones con microorganismos competentes (ECOVIDA).

Para la variable altura, se realizó una medición secuencial durante los 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57 y 65 días (ver Anexo 1). De los tratamientos que consisten en HCP a diferentes concentraciones con microorganismo (T5 a T9). Al ejecutar el análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas para el tratamiento T5, cabe mencionar que T5 es el tratamiento testigo. Por lo que se asume que el testigo fue mejor que los tratamientos evaluados. Posiblemente debido a una respuesta contraria del cultivo a la presencia del microorganismo inoculado. Cabe mencionar que no todos los microorganismos establecen simbiosis exitosas con las plantas. (Ver anexo 2 y 3). Mientras que para la variable peso fresco y peso seco, solo el tratamiento T6 presentó diferencias significativas. Este resultado también

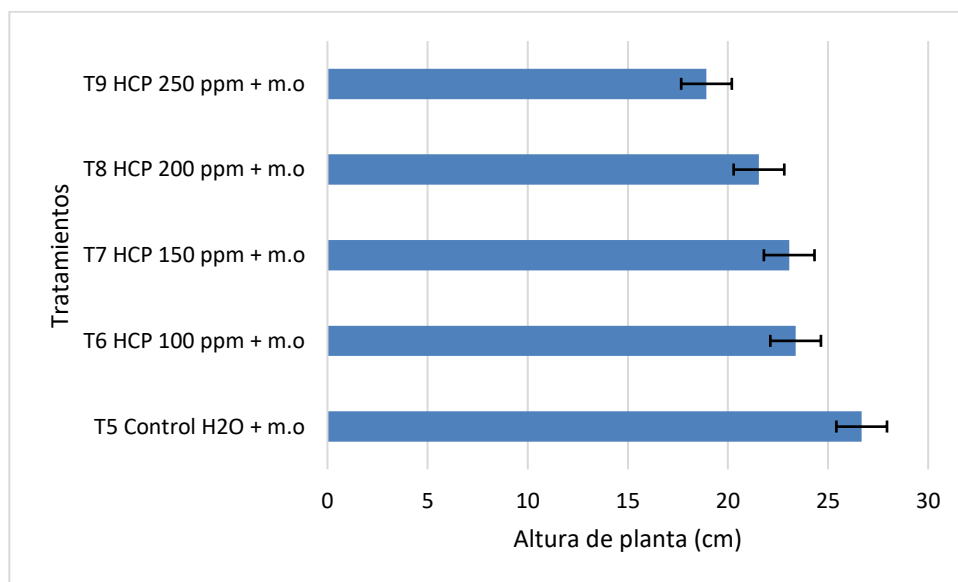


Figura 19. Resultados promedio de la variable altura con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos

De igual manera, el análisis de varianza para altura de planta, números de hojas peso seco y fresco aéreo y radicular no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

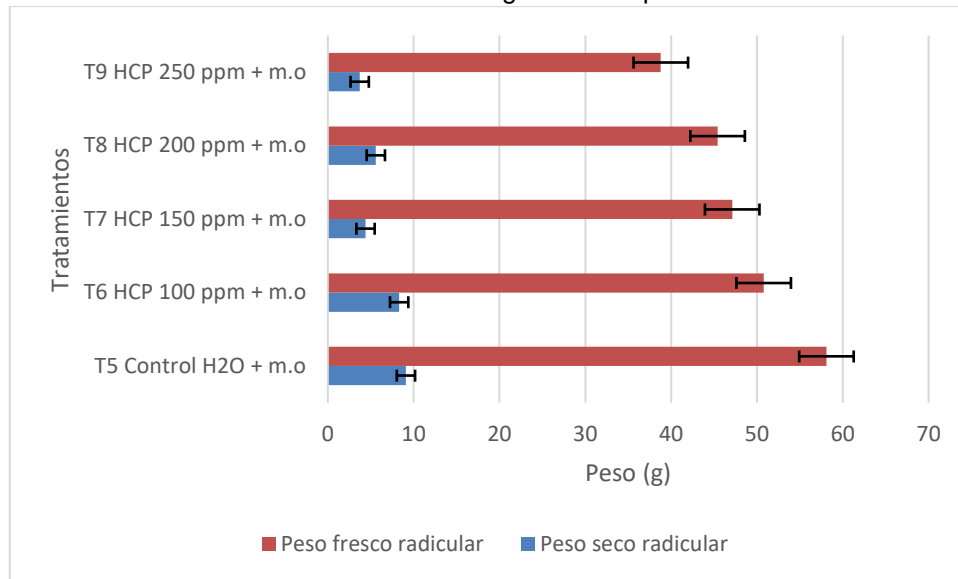


Figura 20. Resultados para la variable peso fresco y seco radicular con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos

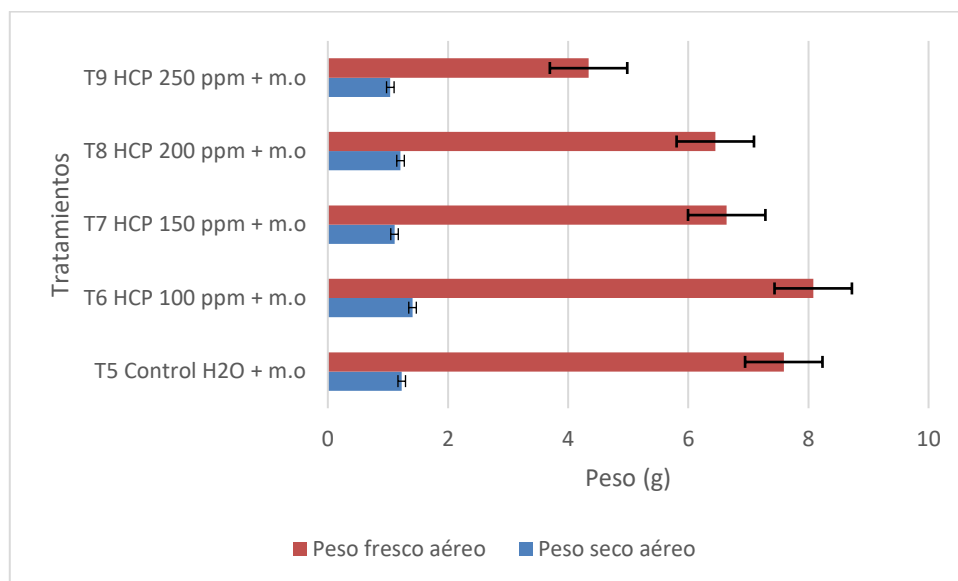


Figura 21. Resultados para la variable peso fresco y seco aéreo con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos

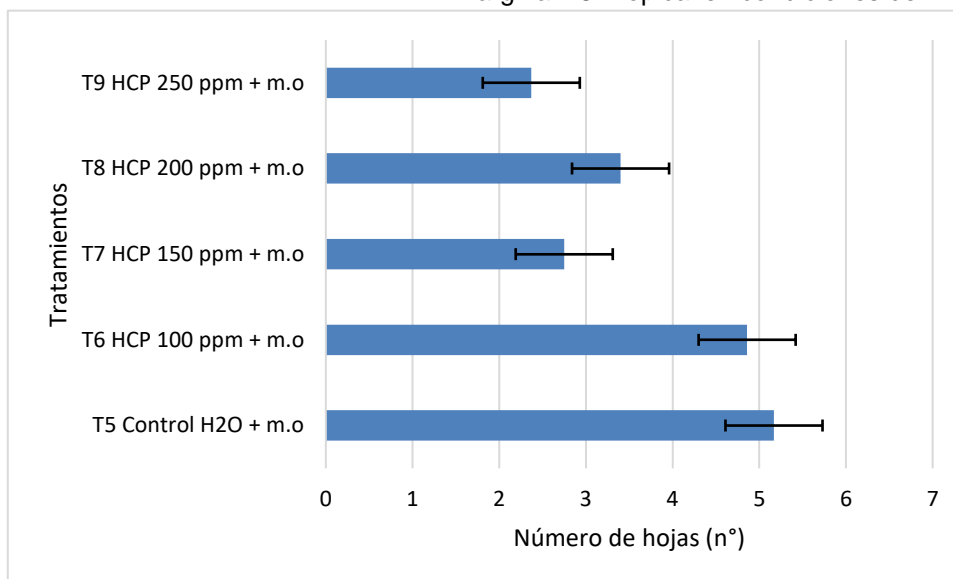


Figura 22. Resultados promedio de la variable números de hojas con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con microorganismos

1.1.3. Características de las variables agronómicas de los tratamientos de

HCP a diferentes concentraciones con NPK y microorganismos competentes (ECOVIDA).

Cuando se establecieron las diferencias significativas para solo HCP a diferentes concentraciones en comparación con HCP más microorganismos, se decidió realizar un análisis de varianza conjunto con los tratamientos T10 y T11 (HCP + NPK + m.o), que evidenció los siguientes resultados: los tratamientos T10 y T11 presentaron diferencias significativas mínimas (Prueba Duncan) en comparación al resto de tratamientos (T0 a T9), tanto como para altura de planta peso fresco y seco de raíz, peso fresco y seco aéreo. Mientras que para la variable número de hojas, solo el tratamiento T11 presentó diferencias significativas. (Ver de Anexo 6 hasta Anexo 11)

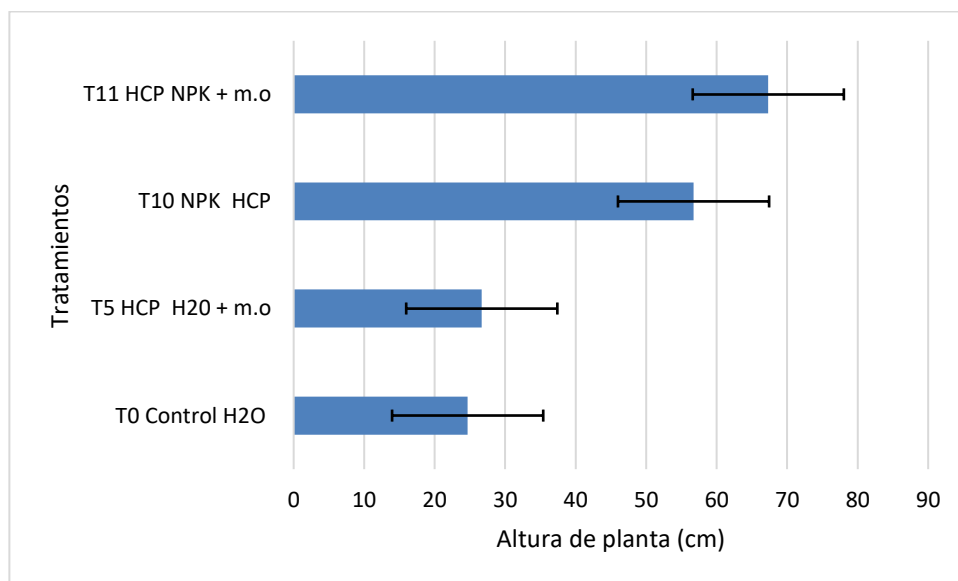


Figura 23. Resultado de la variable altura con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.

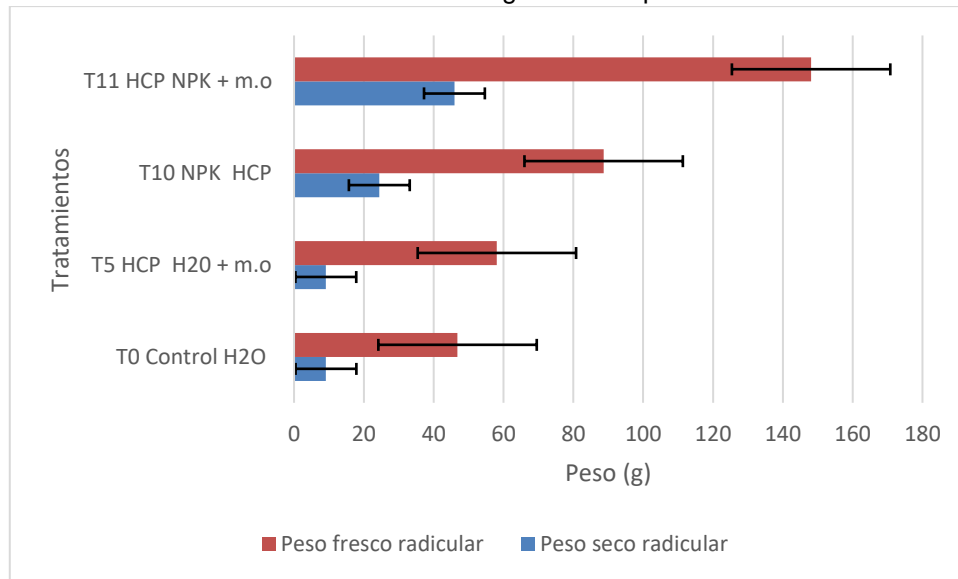


Figura 24. Resultados para la variable peso fresco y seco radicular con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.

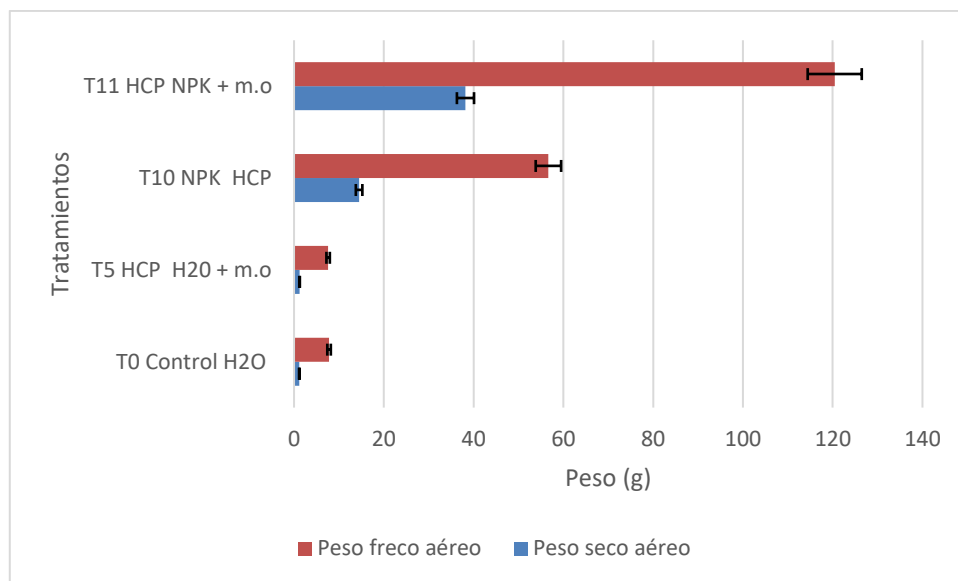


Figura 25. Resultados para la variable peso fresco y seco aéreo con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.

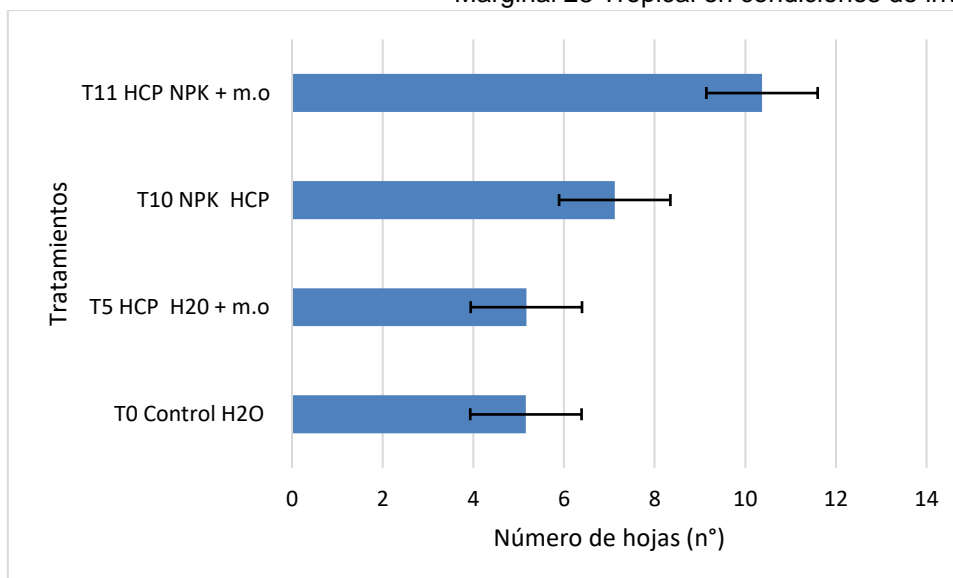


Figura 26. Resultados para la variable número de hoja con tratamientos de HCP a diferentes concentraciones con NPK más microorganismos.

1.1. Variables Meteorológicas

1.1.1. Temperatura

La temperatura máxima es de 30° C, debido a que, al momento de la siembra, la estación iniciaba con otoño y la temperatura mínima es de 16° C. Se muestran los resultados de las variables de la temperatura de los meses de mayo a julio. (Ver tabla 11)

Tabla 11.

Variables Meteorológicas de los meses de mayo – junio - Puente Piedra- 2018.

Meses	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Temperatura Promedio
Mayo-Julio 2018	16° C	30° C	20° C

1.1.2. Humedad relativa

Se evidenció que el promedio máximo de la humedad relativa fue de 99%, promedio mínimo de la humedad relativa es de 35%. Se muestran los resultados obtenidos. El promedio de humedad relativa para los meses de mayo a julio fue de 74%. (Ver tabla 12)

Tabla 12.

Humedad relativa de los meses de mayo – junio - Puente Piedra- 2018.

Meses	Humedad Mínima	Humedad Máxima	Humedad Promedio
Mayo-Julio 2018	35 %	99%	74 %

CAPÍTULO IV.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

DISCUSIONES

En la presente investigación, los resultados de los análisis de la harina de cuernos y pezuñas realizados demostraron que el porcentaje obtenido de Nitrógeno fue de 15.57%, elemento considerado como fuente principal de nutrientes para las plantas, y cuyo valor obtenido fue mayor al que encontró Aguirre (2016) cuyo porcentaje de Nitrógeno obtenido durante el análisis fue de 13.58 % de N. Asimismo, Documet (2015) obtuvo 15% de Nitrógeno en el tratamiento de cocción simple. En comparación, con otros sustratos, Martínez (2011) determinó la concentración de Nitrógeno en diferentes fuentes orgánicas, el cual alcanzó 2.7 % para compost, 1.74 % para humus, 12.18 % para guano de isla, 2.22 % para estiércol de vacuno, 1.56 % para ovino, 1.49 % para estiércol de equino y 1.3 % para estiércol de camélido. Por ello el cultivo de maíz requiere mayor cantidad de nitrógeno, ya que controla la producción de biomasa. La deficiencia de nitrógeno es manera casi universal, por ello debe suministrarse fertilizantes orgánicos e inorgánicos. (Black, 1975).

Estos valores resultaron menores al porcentaje registrado para el HCP en los diferentes tratamientos de presente investigación.

La germinación de las semillas de *Zea mays* L., variedad Marginal 28 Tropical (M28T) en el estudio *in vitro*, obtuvo un porcentaje máximo de germinación del 80 % para el tratamiento de solo HCP 150 ppm y 250 ppm que corresponden a los tratamientos T2 y T4 respectivamente, con una temperatura de 28°C después de 7 días. Estos valores son cercanos a la investigación realizada por Iglesias (2018), en

la que determinó el porcentaje de germinación de 95% aplicando biochar con una concentración de 1ml de base sólida con 5 ml de agua desionizada. Otros autores como Moreno y Flores (2015), también determinó el porcentaje de germinación en la gran mayoría de variedades de maíz, donde obtuvieron un porcentaje de germinación superior al 80 %, a una temperatura de 28 °C después de siete días. Este estudio fue realizado en un laboratorio.

En los tratamientos con HCP a diferentes concentraciones con microorganismos, la respuesta obtenida fue contraria al cultivo. Una posibilidad a esta respuesta es que los microorganismos hayan consumido los macronutrientes que componen la harina de cuernos y pezuñas, al entrar en competición con las plantas por estos. Se presume que al aplicar el HCP no sería necesario una dosis de inóculo microbiano, ya que el microbiota propio de la semilla y el suelo sería suficiente. Esto concuerda con Escudero y Arias (2012), quienes mencionan que los microorganismos realizan un proceso aeróbico en un ambiente de agua y calor, donde los microorganismos realizan las actividades de degradación de la materia orgánica. Por ello el uso del nitrógeno en los cultivos de maíz puede ser afectado por el tipo, condiciones climáticas, las propiedades fisicoquímico, características del sustrato y carga microbiana del suelo, al igual que al resto de los nutrientes.

Document (2015) realizó una investigación similar enfocada en el estudio de la obtención de harina de cuernos y pezuñas de ganado vacuno y evaluación de su utilización como fertilizante orgánico, donde registró entre los meses Marzo-Mayo, temperaturas altas de 28.7°C y humedad relativa de 97 %. Sin embargo, la presente investigación se realizó en los meses de otoño-invierno (mayo a julio) donde las temperaturas promedio fueron de 20°C y la humedad relativa fue de 74%. Según las

condiciones climatológicas en las cuales Document (2015) evaluó la evolución del HCP *Zea mays* L., obtuvo resultados significativos a una concentración de 250 ppm de HCP. Sin embargo, la presente investigación obtuvo mejor evolución a una concentración de 100 ppm de HCP. Así mismo, debe tener en cuenta que, la diversidad del *Zea mays* L., es muy amplia por lo que la temperatura es una característica primaria en el desarrollo del maíz. El maíz tiene requerimientos térmicos en zonas tropicales, el factor abiótico que las distingue es la temperatura. La temperatura óptima para el desarrollo del maíz en tierras bajas es de 30° y 34°C y para el maíz en tierras altas es de 21°C (Ellis *et al.*, 1992).

Aguirre (2016) realizó una investigación enfocada en el estudio de exploración de fuentes orgánicas y minerales como alternativa para la fertilización de cultivos. En el estudio se procedió a desahijar las plantas débiles en todos los maceteros con el objetivo que se desarrollen mejor las más fuertes. Por ello, en la presente investigación se optó por realizar el mismo procedimiento para estandarizar el desarrollo y crecimiento del *Zea mays* L. Aguirre (2016) obtuvo 85.4 cm de altura de planta y 68 g de peso seco por maceta con tratamiento de 100 ppm de HCP como fuente fosfatada y nitrogenada. Sin embargo, en la presente investigación se obtuvo 25.75 cm en altura de planta y 6.18 g/maceta de peso seco en el tratamiento de HCP 100 ppm. Esta diferencia en los resultados para estas variables puede atribuirse a la generación amonio en altas concentraciones, tal como afirma Aular y Rojas (1994), cuyo proceso de descomposición del HCP produce altas concentraciones de amonio durante las primeras etapas de desintegración. Cabe mencionar que, Aguirre (2016) presentaron datos contradictorios, al detectar que su tratamiento testigo, presento un mejor desarrollo y crecimiento que sus tratamientos sometidos a HCP, algo que en

la investigación no sucede, ya que el tratamiento testigo (T0) no supera a los tratamientos con HCP para la variable altura de planta.

Document (2015) realizó un estudio enfocado en la obtención de harina de cuernos y pezuñas de ganado vacuno y evaluación del uso como abono orgánico, al evaluar la variable peso seco radicular, Document obtuvo 8.46 g peso seco radicular en su tratamiento de 250 ppm de HCP. Así mismo, la investigación obtuvo una mejor respuesta, con 8.96 g peso seco radicular en el tratamiento (T1) de 100 ppm de HCP. Lo que corrobora, el efecto de la HCP en el desarrollo radicular de *Zea mays* L. Sin embargo, en el presente estudio también se pudo corroborar que dosis mayores a 250 ppm de HCP influye en un descenso del desarrollo de la raíz, ya que para el tratamiento (T2) 250 ppm de HCP el peso de la raíz fue de 7.64 g peso seco radicular.

La investigación es de tipo práctico porque es un trabajo novedoso e innovador, ya que resuelve una problemática sobre acumulación de residuos de cuernos y pezuñas. Los residuos que emiten los camales mayormente no tienen una disposición final hacia rellenos sanitarios. Muchos de los residuos sólidos son incinerados o trasladados a botaderos. Ello acarrea consecuencias de la contaminación del suelo, aire y agua. El trabajo de investigación tiene un aporte metodológico en la obtención de un producto como la harina de cuernos y pezuñas que es utilizable como fertilizante para los cultivos. A fin de evitar el uso de fertilizantes químicos que contaminan el medio ambiente y perjudican la salud humana. El aporte de la investigación es muy eficiente por lo que transforma la producción de residuos sólidos en productos aprovechables y amigables con el medio ambiente. Posee un impacto positivo sobre el suelo agrícola para el desarrollo de diferentes cultivos, ya

que la harina de cuernos y pezuñas posee principalmente aporte de nitrógeno,
fósforo y potasio.

CONCLUSIONES

- Se determinó que la harina de cuernos y pezuñas de bovino presenta un aporte potencial de nitrógeno, con un porcentaje de nitrógeno total es de 15.57 %, lo que convierte al HCP en una fuente potencial de Nitrógeno para las plantas.
- El mayor porcentaje de germinación fue obtenido en los tratamientos de harina de cuernos y pezuñas seguidas del tratamiento con microorganismo, lo cual implica su efecto estimulador de germinación.
- Se evidenció que el porcentaje de germinación más alto se obtuvo al sexto día en laboratorio fue del 80%, en los tratamientos con HCP.
- Las plantas con harina de cuernos y pezuñas a diferentes concentraciones presentaron diferencias significativas en la semana 7 y semana 8 con un *p*-valor de 0.01 y 0.38 respectivamente para la variable altura. El tratamiento 1 resultó mejor al resto incluido al testigo.
- Las plantas con harina de cuernos y pezuñas con diferentes concentraciones y microorganismos presentaron diferencias significativas debido a que los microorganismos realizan la acción de degradación de la materia orgánica.

REFERENCIAS

- Abanto, M. 2016. Fuentes fosfatadas en dos suelos en la concentración de cadmio foliar en maíz bajo condiciones de invernadero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Aguirre, E. 2016. Efecto de la aplicación de humatos de potasio y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.) Bajo rlf: goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Aguirre, V. 2016. Exploración de fuentes orgánicas y minerales no convencionales como alternativas para la fertilización de cultivos. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* en agricultura sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Aular, J.; Rojas, E. 1994. Influencia del nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo y producción de la Parchita *Passiflora edulis* Sims.F. Flavicarpa Degener. *Agronomía Tropical*. 44(1): 121-134
- Berríos, J. 2015. Fuentes y niveles de materia orgánica en condiciones de invernadero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Black, C. A. 1975 “Relaciones suelo planta”. Tomo II. Editorial Hemisferio Sur. México. 445 – 456 pp.
- Borjas, R. 2008. U so de fuentes naturales en la fertilización del café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero como base para la producción orgánica en la selva central

del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Calle, I. 2015. Los fertilizantes orgánicos y su incidencia en la germinación de la semilla botánica de guanábana (*annona muricata*) en el vivero experimental de la cantuta. Tesis para optar el título Profesional de Licenciado en Educación Especialidad Agropecuaria-

Cayuela, M.; Mondini, C.; Insma, H.; Sinicco, T.; Franke-Whittle, I. 2009. Plant and animal wastes composting: Effects of the N source on process performance. *Bioresource Technology*. 100: 3097-3106. doi:10.1016/j.biortech.2009.01.027.

Chávez, C.; Canet, R.; Albiach, M.; Pomares, F. 2006. El fósforo en las harinas de carne: Valor fertilizante y dinámicas de mineralización. VII Congreso SEAE Zaragoza. 74.

Chumpitaz, D. 2018. Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Con abono foliar en la localidad de La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Cirilo, M. 2004. Momentos de aplicación y efecto de dos fuentes de nitrógeno en el maíz (*Zea mays* L. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de La Selva.

Collazos, R.; Neri, J.; Huamán, E.; Juarez, L. 2018. Forage maize cultivation (*Zea mays* L.) in the district of Molinopampa-Chachapoyas-Amazonas. DOI:10.25127/aps.20183.400 DOI:10.25127/aps.20183.400

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Lima-Perú.

- De la Cruz, J. 2016. Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea mays* l.) en la localidad de la molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Delgado, J.; Suyón, J. 2017. Bacterias endófitas y rizosféricas fijadoras de nitrógeno aisladas de *Asparagus officinalis* L. en Virú, región La Libertad y su potencial como promotoras de crecimiento en plantas. Tesis para optar el título profesional de licenciado en Biología Microbiología – Parasitología. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Facultad de Ciencias Biológicas Departamento Académico de Microbiología y Parasitología.
- Delgado, R.; Núñez, M.; Velásquez, L. 2004. Acumulación de materia seca, absorción de nitrógeno, fósforo y potasio por el maíz en diferentes condiciones de manejo de la fertilización nitrogenada. *Agronomía Tropical*.
- Documet, L. 2015. Obtención de harina de cuernos y pezuñas de ganado bovino (*Bos taurus*) y evaluación de su aplicación como abono orgánico. Tesis Magister Scientiae en Ciencias Ambientales. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ellis, R.H., Summerfield, R.J., Edmeades, G.O. y Roberts, E.H. 1992. Photoperiod, temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. *Crop Sci.*, 32: 1225-1232.
- Escudero, A y Arias, C. 2012. Los microorganismo a partir de podas en la Universidad del Norte, Colombia.
- Garzón, I. 2010. Diagnóstico ambiental del camal municipal de la ciudad de Santo Domingo y mejora de su gestión. Proyecto para la optar del Título de Ingeniero Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

Gros, A. y Dominguez, A. 1992. Abonos Guía Práctica de la Fertilización. 8 ed. Madrid, ES. Mundi Prensa pp. 143, 175, 176, 203, 226, 227.

Gutiérrez, P. 2013. Evaluación del efecto de fuentes y niveles de materia orgánica con adición de fertilización mineral en condiciones de invernadero. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. 2018. Metodología de la Investigación 6ta edición. ISBN: 978-1-4562-6096-5

Hidalgo, K. 2015. Desarrollo técnico de un hidrolizado líquido de gallinaza como fertilizante foliar. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Hijar, C. 2018. Niveles de nitrógeno y momentos de riego en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Híbrido pm- 213, bajo goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Huaman, I.; Vásquez, H.; Oliva, M. 2018. Organic fertilizers in the production of native grasses in Molinopampa, Amazonas-Peru. DOI:10.25127/aps.20183.399

Korniłowicz, T.; Bohacz, J. 2011. Biodegradation of keratin waste: Theory and practical aspects. Waste Management 31 (2011) 1689–1701

Llanos, U. 2006. Efecto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos y enraizadores en el establecimiento de *Pinus tecunumanii* (Schw) en Oxapampa. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

Iglesias Abad. 2018. Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro Ecuatoriano. Tesis para optar el

grado de Doctor Doctoris Philosophiae en Ingeniería y Ciencias Ambientales.

Universidad Nacional Agraria La Molina.

López, M.E.; Sainz, M.J. 2011. Gestión de residuos orgánicos de uso agrícola. Santiago de Compostela : Servizo de Publicacións e Intercambio Científico, Universidade de Santiago de Compostela.

Manrique, C. 2015. Evaluación de producción de forraje de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) Bajo condiciones de suelos salinos del valle de Ite. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna.

Martínez, C. 2011. Comparativo de fuentes orgánicas en la fertilización del cultivo de maíz (*Zea mays*) en suelo arenoso en condiciones de invernadero. Tesis para optar el título de Ingeniero. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú.

Méndez, J. 2018. Fertilización calcica y aplicación de humatos comerciales en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Híbrido pm-213; bajo goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú.

MINAGRI, 2006. Situación Actual. Importancia de la crianza de vacunos para la producción de carne. Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/304-vacunos-de-doble-proposito?limitstart=0>

Moreno, E; Flores, K. 2015. Calidad de semilla de once variedades criollas, acriolladas y mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y cuatro de maíz (*Zea mays* L.) proveniente de los municipios de San Ramón, San Dionisio, Darío y Matagalpa. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía Departamento de Producción Vegetal. Nicaragua.

Navarro, G. 2003. Química Agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, 2º edición, México, 165-

Navarro, G. 2003. Química Agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, 2º edición, México, 165.

Olmeda, F. 2019. Evaluación de la calidad nutritiva de los residuos del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el centro agronómico K'Ayra-Cusco. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Oré, V. 2015. Fertilización potásica y nivel nutricional en el rendimiento de maíz morado pmv – 581 (*Zea mays* L.), bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú.

Paredes, S. 1984. Uso de la harina de cuernos y pezuñas en la alimentación de vacunos en crecimiento. Tesis Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.

Rafael, M. 2015. Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal y Ambiental. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Salamanca, C. 2008. Efecto de las fuentes orgánicas obtenidas de los subproductos agroindustriales de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.) y el plátano (*Musa spp.*) sobre la actividad microbiana y enzimática en el suelo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira valle, Colombia.

Salcedo, S. 2016. Comparativo de fuentes nitrogenadas en un suelo arenoso utilizando como cultivo indicador al maíz (*Zea mays* L.), a nivel de invernadero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú.

- Saldaña, A. 2018. Evaluación del contenido nutricional de abono orgánico a partir de mezclas de residuos sólidos orgánicos y aserrín con microorganismo eficiente como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos. Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Ucayali Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Salgado, S. y Nuñez, R. 2010. “Manejo de Fertilizantes Químicos y Orgánicos” 1ra. Edición
- Sánchez, M. 1984. Los plaguicidas adsorción y evolución en el suelo. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología.
- Santander, K. 2015. Desarrollo técnico de un hidrolizado líquido de gallinaza como fertilizante foliar. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú.
- Santos, A. 2008. “Evaluación de la inclusión de Harina de plumas hidrolizadas en dietas de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp*)”. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú.
- Sotomayor, R.; Chura, J.; Calderón, C.; Sevilla, R.; Blas, R. Sources and doses of nitrogen on productivity of field corn under twin-row and single-row. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v78i2.1061>.
- Tejada, J. 2016. Control de malezas e interacción con dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en producción agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú

- Urquía, M. 2004. Efecto de tres densidades de siembra en el comportamiento de cinco cultivares comerciales de maíz (*Zea mays* L.), en dos localidades. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Agronomía Departamento Académico de Ciencias Agrarias.
- Valencia, J. 2017. Evaluación de la inclusión de harina de carne y hueso de vacunos en dietas de cerdos en crecimiento. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú
- Vargas, Y.; Pérez, L. 2018. Use of agro-industrial waste in improving the quality of the environment. Revista Facultad de Ciencias Básicas ISSN 1900-4699. doi.org/10.18359/rfcb.xxxx
- Vásquez, I. 2012. Frecuencia de aplicación de biol y su efecto en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Variedad M28- T en yurimaguas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Agronomía Departamento Académico de Ciencias Agrarias.
- Vega, L. 2014. Reaprovechamiento del residuo queratinoso del proceso de pelambre como fuente de aminoácidos por hidrólisis alcalina con hidróxido de calcio. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina.Lima-Perú
- Xia, Y.; Wang, D.; Kong, Y.; Ungerfeld, E.; Seviour, R.; Massé, D. 2015. Anaerobic digestibility of beef hooves with swine manure or slaughterhouse sludge. Waste Management. 38: 443-448. doi:10.1016/j.wasman.2014.12.

Zoccola, M.; Aluigi, A.; Tonin, C. 2009. Characterisation of keratin biomass from
butchery and wool industry wastes. *Journal of Molecular Structure*. 938: 35-40.
doi: 10.1016/j.molstruc.2009.08.036.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Tipo de Investigación:
¿Cómo favorece el fertilizante de harina de cuernos y pezuñas de bovino en el desarrollo de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero?	Aprovechar la harina de cuernos y pezuñas de bovino como fertilizante para el desarrollo de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.	El aprovechamiento de la harina de cuernos y pezuñas de bovino favorecerá el desarrollo del cultivo de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal Tropical 28 en condiciones de invernadero.	Cuantitativa-prospectiva-experimental.
Problemas Específico 1:	Objetivos Específico 1:	Hipótesis Específica 1:	Método de Investigación:
¿Cómo influye la aplicación del fertilizante de harina de cuernos y pezuñas en el desarrollo del <i>Zea mays</i> L?	Diseñar el sistema de captación de humedad atmosférica.	La harina de cuernos y pezuñas de bovino presenta concentraciones aceptables de N, P y S que ayudará al desarrollo del cultivo de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal Tropical 28 en condiciones de invernadero.	El método de investigación es cuantitativo.
Problemas Específico 2:	Objetivos Específico 2:	Hipótesis Específica 2:	Diseño de Investigación:
¿Cómo influye la aplicación de un fertilizante en la valoración de 10 parámetros físico-químicos (Textura, pH, CE, materia orgánica, P, K, CIC, Ca, Mg, Na) en el sustrato?	Analizar los parámetros físicoquímicos del sustrato arenoso.	La harina de cuernos y pezuñas favorece la germinación de semillas de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal Tropical 28 en condiciones de invernadero.	La investigación corresponde a un diseño experimental. Se realiza el análisis físico-químico de harina de cuernos y pezuñas para luego incorporar en diferentes dosis de tratamiento en los maceteros como un fertilizante orgánico.
Problemas Específico 3:	Objetivos Específico 3:	Hipótesis Específica 3:	Muestra:
¿Cómo influye la aplicación de un fertilizante en las variables agronómicas (peso fresco de la parte aérea, peso seco de la parte aérea, número de hojas y altura de la planta) en las muestras de maíz (<i>Zea mays</i> L.)?	Conocer el efecto de la harina de cuernos y pezuñas de bovino en la germinación de semillas de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal Tropical 28 en condiciones de invernadero.	Las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal Tropical 28 en condiciones de invernadero presentan diferencias significativas.	96 plantas de <i>Zea mays</i> L.
	Objetivo específico 4:		
	Analizar las variables agronómicas en el cultivo de <i>Zea mays</i> L. Variedad Marginal Tropical 28 en condiciones de invernadero.		

ANEXO n.º 2. Matriz de Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Variable Independiente: Fertilizante	Es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, que se adiciona al suelo con la finalidad de suplir en determinados elementos esenciales para el crecimiento de las plantas.	El análisis de la harina de cuernos y pezuñas se realizó en el laboratorio certificado de Análisis de Suelos Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) Universidad Nacional Agraria La Molina	Parámetro físico-químicos residuo de cuernos y pezuñas	Conductividad Eléctrica (CE)	C.E (dS/m)
				pH	pH
				N	Porcentaje N (%)
				P	Porcentaje P(%)
				K	Porcentaje K(%)
				S	Porcentaje S(%)
Variable Dependiente: <i>Zea mays</i> L	Es una planta gramínea, lo cual significa que tiene un tallo cilíndrico y hojas largas y gruesas, su altura oscila entre el metro y los tres de alto.	La siembra se realizó en un macetero de 2 kg en un invernadero. Se utilizó la semilla <i>Zea mays</i> L. Var. M28T proporcionada por el Programa de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Cabe mencionar que estas semillas se encuentran certificadas bajo estándares de inocuidad, rendimiento y resistencia a plagas.	Variables agronómicas	Peso fresco de la parte aérea	Gramos (gr)
				Peso seco de la parte seca	Gramos (gr)
				Peso fresco de la parte radicular	Gramos (gr)
				Peso seco de la parte radicular	Gramos (gr)
				Número de hojas	Números naturales
				Altura de planta	Centímetro (cm)
				Temperatura	°C
				Humedad	Porcentaje (%)
				Materia Orgánica (M.O)	Porcentaje (%)
				NPK	Porcentaje (%)
				Materia orgánica	Materia orgánica (%)
				Conductividad Eléctrica (CE)	C.E (dS/m)

ANEXO n.º 3. Tabla 1. Medición secuencial de la variable altura en los tratamientos.

DÍAS	TRATAMIENTOS									
	Altura (cm)									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
15	6.65	9.91	9.85	9.68	7.59	7.84	8.56	6.85	6.18	7.65
22	13.54	12.43	13.46	15.39	12.44	12.58	12.03	11.69	10.16	13.56
29	15.11	15.54	14.79	16.79	14.95	16.7	15.14	15.18	12.69	14.11
36	15.19	17.68	15.38	16.88	16.31	16.88	17	16.01	15.86	16.28
43	17.91	19.53	17.08	19.54	19.29	19.49	17.83	16.35	17.4	17.74
50	21.26	22.78	17.31	18.75	22.59	22.36	17.88	22.19	19.06	18.81
57	25.16	25.55	19.13	18.19	25.03	27.93	21.33	20.48	22.9	17.96
65	24.69	25.75	19.19	17.88	23.94	26.69	23.39	23.06	21.5	18.94

ANEXO n.º 4. Tabla 2. Análisis de varianza para la variable altura

FV	Variable dependiente	SC	GL	CM	FC	P-VALOR
Tratamiento	Semana1	67,762	9	7,529	1,082	,404
	Semana2	69,289	9	7,699	,631	,761
	Semana3	50,087	9	5,565	,510	,856
	Semana4	21,559	9	2,395	,356	,947
	Semana5	43,881	9	4,876	,443	,900
	Semana6	164,214	9	18,246	1,689	,136
	Semana7	432,922	9	48,102	4,211	,001
	Semana8	328,432	9	36,492	2,358	,038

ANEXO n.º 5. Tabla 3. Análisis de diferencia significativas mínimas por tratamiento,
prueba de Duncan para variable altura

tratamiento	Subconjunto		
	A	b	C
T3	17.8750		
T9	18.9375	18.9375	
T2	19.1875	19.1875	
T8	21.5000	21.5000	21.5000
T7	23.0625	23.0625	23.0625
T6	23.3875	23.3875	23.3875
T4	23.9375	23.9375	23.9375
T0		24.6875	24.6875
T1			25.7500
T5			26.6875

ANEXO n.º 6. Análisis de varianza para variable peso seco

FV	Variable dependiente	SC	GL	CM	FC	P-VALOR
tratamiento	pesofrescoderaiz	2444,509	9	271,612	,977	,478
	pesosecoraiz	148,069	9	16,452	2,364	,037
Error	pesofrescoderaiz	8338,886	30	277,963		
	pesosecoraiz	208,755	30	6,959		
Total corregido	pesofrescoderaiz	10783,395	39			
	pesosecoraiz	356,824	39			

ANEXO n.º 7. Tabla 5. Análisis de diferencia significativas mínimas por tratamiento,
prueba de Duncan para variable peso seco radicular

Tratamiento	Subconjunto		
	A	b	C
T9	3.7150		
T7	4.3975	4.3975	
T3	5.4825	5.4825	5.4825
T8	5.5975	5.5975	5.5975
T2	6.4550	6.4550	6.4550
T4	7.6450	7.6450	7.6450
T6		8.3175	8.3175
T1			8.9600
T5			9.1050
T0			9.1450

ANEXO n.º 8. Tabla 6. Prueba de Duncan para variable altura de planta

Tratamiento	Subconjunto				
	a	B	c	d	e
T3	17,87				
T9	18,93	18,93			
T2	19,18	19,18			
T8	21,50	21,50	21,50		
T7	23,06	23,06	23,06		
T6	23,38	23,38	23,38		
T4	23,93	23,93	23,93		
T0	24,68	24,68	24,68		
T1		25,75	25,75		
T5			26,68		
T10				56,72	
T11					67,32

ANEXO n.º 9. Tabla 7. Prueba de Duncan para variable número de hojas

Tratamiento	a	B	c	d	e
T9	2,37				
T7	2,75	2,75			
T3	3,33	3,33	3,33		
T8	3,40	3,40	3,40		
T2	3,83	3,83	3,83		
T4	4,49	4,49	4,49		
T6		4,86	4,86		
T0			5,16	5,16	
T5			5,16	5,16	
T1			5,25	5,25	
T10				7,12	
T11					10,37

ANEXO n.º 10. Tabla 8. Prueba de Duncan para variable peso fresco de raíz

Tratamiento s	Subconjunto		
	a	b	c
T3	35,6100		
T9	38,8025		
T2	40,5375		
T8	45,4200		
T0	46,8325		
T7	47,1250		
T6	50,7925		
T4	56,0425		
T5	58,1075		
T1	59,5775		
T10		88,6825	
T11			148,1075

ANEXO n.º 11. Tabla 9. Prueba de Duncan para variable peso fresco aéreo

Tratamiento s	Subconjunto		
	A	b	c
T9	4,3475		
T3	4,8650		
T2	6,2025		
T8	6,4575		
T7	6,6475		
T4	7,4625		
T5	7,5925		
T0	7,8000		
T6	8,0800		
T1	9,4525		
T10		56,6775	
T11			120,4575

ANEXO n.º 12. Tabla 10. Prueba de Duncan para variable peso seco de raíz

Tratamien- tos	Subconjunto		
	a	b	c
T9	3,7150		
T7	4,3975		
T3	5,4825		
T8	5,5975		
T2	6,4550		
T4	7,6450		
T6	8,3175		
T1	8,9600		
T5	9,1050		
T0	9,1450		
T10		24,4225	
T11			45,9450

ANEXO n.º 13. Tabla 11. Prueba de Duncan para variable peso aéreo

Tratamientos	A	b	c
T9	1,04		
T7	1,11		
T0	1,18		
T3	1,19		
T2	1,21		
T8	1,21		
T5	1,23		
T4	1,35		
T6	1,41		
T1	1,54		
T10		14,49	
T11			38,19

ANEXO n.º 14. Tabla 12. Cálculo para hallar las ppm de cada tratamiento-Germinación.

100 ppm	0.084 g de HCP /100 ml de H ₂ O
150 ppm	0.126 g de HCP /100 ml de H ₂ O
200 ppm	0.168 g de HCP /100 ml de H ₂ O
250 ppm	0.21 g de HCP /100 ml de H ₂ O
Microorganismo	0.1 ml de m.o /100 ml de H ₂ O

ANEXO n.º 15. Tabla 13. Dosis de los tratamientos en el invernadero.

100 ppm	1.685 g de HCP/2 Kg por maceta
150 ppm	2.527 g de HCP/2 Kg por maceta
200 ppm	3.369 g de HCP/2Kg por maceta
250 ppm	4.211 g de HCP/2Kg por maceta
m.o	1 ml de m.o/2 Kg por maceta
N-P-K	1.32 g de N-P-K/2 Kg por maceta

ANEXO n.º 16. Tabla 14. Promedio de Peso seco

Tratamientos	Repeticiones	Promedio Peso seco	Peso seco
T1 = HCP 100 ppm	T1R1	1.09 g	6.18 g
	T1R2	1.93 g	
	T1R3	1.46 g	
	T1R4	1.7 g	
T2 = HCP 150 ppm	T2R1	0.79 g	4.86 g
	T2R2	1.54 g	
	T2R3	0.92 g	
	T2R4	1.61 g	
T3 = HCP 200 ppm	T3R1	1.36 g	4.78 g
	T3R2	1.01 g	
	T3R3	1.01 g	
	T3R4	1.4 g	
T4 = HCP 250 ppm	T4R1	1.49 g	5.4 g
	T4R2	1.53 g	
	T4R3	0.96 g	
	T4R4	1.42 g	

ANEXO n.º 17. Tabla 15. Promedio de Peso radicular

Tratamientos	Peso seco radicular
T0 H ₂ O	9.14 g
T1 HCP 100 ppm	8.96 g
T2 HCP 150 ppm	6.45 g
T3 HCP 200 ppm	5.48 g
T4 HCP 250 ppm	7.64 g

ANEXO n.º 18. Análisis de caracterización de suelo de Carabayllo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES




ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SONIA CHIPANA MEDINA

Departamento : LIMA Provincia : LIMA
 Distrito : CARABAYLLO Predio :
 Referencia : H.R. 63163-039C-18 Bolt.: 1457 Fecha : 27/04/17

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
3544	Arena Río Chillón	7.87	0.31	0.30	0.03	2.2	59	94	6	0	A	4.80	4.04	0.43	0.14	0.19	0.00	4.80	4.80	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Sady García Bendejé
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO n.º 19. Análisis especial de Harina de cuernos y pezuñas.

Nº LAB	CLAVES	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	S %
2030		15.57	0.24	0.38	2.28

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : SONIA CHIPANA MEDINA

PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ CARABAYLLO/ CAMAL DE CARABAYLLO

MUESTRA DE : HARINA DE CUERNOS Y PEZUÑAS

REFERENCIA : H.R. 63162

BOLETA : 1457

FECHA : 26/04/18



Sady García Bendezu
D. Sady García Bendezu
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Aprovechamiento de la harina de cuernos y pezuñas de bovino como fertilizante para el desarrollo de *Zea mays* L. Variedad Marginal 28 Tropical en condiciones de invernadero.